

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-005446
 (43)Date of publication of application : 12.01.1984

(51)Int.CI. G11B 7/12
 // G02B 27/28
 G06K 7/10

(21)Application number : 57-115769 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

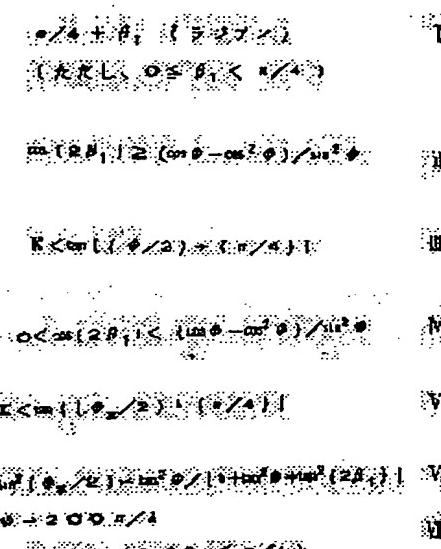
(22)Date of filing : 02.07.1982 (72)Inventor : TANAKA SHINICHI
 ITO MASAYUKI

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reproduce faithfully information, by constituting a transparent substrate of an information recording carrier having a double refraction property, so that an axis of its quick main polarized light is in a radial direction of the information recording carrier, and varying the retardation within a range of 0W100nm.

CONSTITUTION: A titled device is constituted so that an optical beam is focused through a transparent substrate onto an information recording face of an information recording carrier having the transparent substrate, and information is read by detecting its reflected light. In this regard, the optical beam immediately before being made incident to the transparent substrate is an elliptical polarized light. When this elliptical polarized light is a clockwise polarized light, and in case when it is a counter clockwise polarized light, a long axis is rotated clockwise and counterclockwise, respectively, from a radial direction of the information recording carrier by an inequality I, and when an ellipse rate K is defined by a ratio of long axis/short axis and wavelength of light and retardation are denoted as λ nm and 0W100nm, respectively, it is a special feature to satisfy one of an inequality II and also an inequality III (in this case, $\phi = 200\pi / \lambda$), or an inequality IV and also an inequality V (in this case, conditions of inequalities VI, VII).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑮ 特許出願公開
 ⑰ 公開特許公報 (A) 昭59—5446

⑯ Int. Cl.³
 G 11 B 7/12 識別記号 行内整理番号
 // G 02 B 27/28 B 7247—5D
 G 06 K 7/10 8106—2H
 6419—5B

⑮ 公開 昭和59年(1984)1月12日
 発明の数 1
 審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑯ 光学式ピックアップ装置	⑰ 発明者 伊藤正之 門真市大字門真1006番地松下電器産業株式会社内
⑯ 特 願 昭57—115769	⑰ 出願人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地
⑯ 出願 昭57(1982)7月2日	⑰ 代理人 弁理士 中尾敏男 外1名
⑯ 発明者 田中伸一 門真市大字門真1006番地松下電器産業株式会社内	

明細書

1、発明の名称

光学式ピックアップ装置

2、特許請求の範囲

透明基板を有する情報記録媒体の情報記録面に、上記透明基板を通して光ビームを集束し、その反射光を検出して情報を読み取るように構成され、かつ上記透明基板に入射直前の上記光ビームは梢円偏光であって、該梢円偏光が時計回りの梢円偏光のときはその長軸の方向が時計回りの方向に、また反時計回りの梢円偏光の場合にはその長軸の方向が反時計回りの方向に

$$\pi/4 + \beta_1 \quad (\text{ラジアン})$$

(ただし、 $0 < \beta_1 < \pi/4$)

だけ、上記情報記録媒体の半径方向から回転しており、梢円率Kを(長軸/短軸)の比で定義し、光の波長をλ(㎚)としたとき、次の各項のいずれかを満足することを特徴とする光学式ピックアップ装置。

$$(I) \cos(2\beta_1) \geq (\cos\phi - \cos^2\phi)/\sin^2\phi$$

かつ

$$K < \tan((\phi_z/2) + (\pi/4))$$

ここに

$$\phi = 200\pi/\lambda$$

$$(II) 0 < \cos(2\beta_1) < (\cos\phi - \cos^2\phi)/\sin^2\phi$$

かつ

$$K < \tan((\phi_z/2) + (\pi/4))$$

ここに

$$\sin^2(\phi_z/2) = \tan^2\phi / (1 + \tan^2\phi + \tan^2(2\beta_1))$$

$$\phi = 200\pi/\lambda$$

(ただし、 $0 < \phi_z < \pi/4$)

3、発明の詳細な説明

本発明は光学的に情報を読み取る光学式ピックアップ装置、特に情報記録媒体(以下、単にディスクと呼ぶ)からの反射光によって情報を読み取る光学式ピックアップ装置における照射光と反射光との有効な分離手段を提供せんとするものである。

反射式の光学的情報読み取り装置においては、照射光と反射(検出)光の分離にハーフミラーが從

特開昭59-5446(2)

来からよく用いられている。ところがハーフミラーを用いると、読み取るべき検出光の光量が4分の1以下に減衰するという欠点がある。また、光源側に戻る反射光の光量が最大4分の1程度となり、光源が雑音を発生しやすいという欠点もある。このような欠点のない照射光と反射光の分離方法として、偏光プリズム（あるいは偏光ビームスプリッタ）と4分の1波長板を用いる方法が既に知られている（例えば、特公昭56-32600参照）

第1図は偏光ビームスプリッタと4分の1波長板による照射光と反射光の分離の原理を説明するために各部の偏光状態を示す斜視図である。同図で、4は偏光ビームスプリッタ、5は4分の1波長板、6は金属反射面である。上記偏光ビームスプリッタは2つの直角プリズムの斜面を互いに貼り合わせ、その貼り合わせ面に誘電体多層膜を形成して偏光反射面 4^a としたもので、該偏光反射面 4^a はS偏光はほとんど反射するが、P偏光はほとんど透過する性質を有している。入射光1が上記偏光反射面 4^a に對してP偏光であるよう

変換するものであれば必ずしも直線移相子である必要はなく、主偏光が梢円偏光であるような梢円移相子であってもよい。

上記の原理を用いて光学式ピックアップ装置の照射光とディスクで反射された検出光との分離が一般に行なわれている。ところがディスクは、透明な基板を通してその下の情報面で反射される形式のものが多く、この場合には第1図の金属反射板6と必ずしも同一とは見なされない。特にディスクの基板にポリカーボネート樹脂のような複屈折を示しやすい材料を用いると、反射光は、上記4分の1波長板によって入射光に直交した直線偏光とはならず光量損失（あるいは光源への戻り光）が生じるという欠点がある。

本発明は、このようなディスクの基板の複屈折によって生ずる光量損失あるいは光源への戻り光を減少させようとするものである。以下、図面を参照して本発明をさらに詳しく説明する。尚、この場合の検出光の光量損失と光源への戻り光とは同じことを意味するので、以下の説明では單に光

直線偏光とすれば、上記入射光1はそのほとんどすべてが上記偏光ビームスプリッタ4および4分の1波長板5を透過する。上記4分の1波長板5の主軸が上記入射光1の偏光面に対して 45° 回転した位置にしたとき、上記4分の1波長板5を透過した透過光2は円偏光となる。上記と同じ円偏光が逆に4分の1波長板5の側から入射すると、上記入射光1と同じ直線偏光となって上記ビームスプリッタ4を透過する。ところが上記透過光2が金属反射面で反射すると円偏光の回転方向はそのまま進行方向が反転するため、結果的には逆回転の円偏光で上記透過光2に對して直交偏光となって上記4分の1波長板に再び入射する。この場合には4分の1波長板を透過後、上記入射光1に對して直交した直線偏光、すなわち上記偏光反射面 4^a に對してS偏光となり、ほとんどすべてが反射される。このようにして反射光3は入射光1から分離される。また上記4分の1波長板とは、一般に、4分の1波長のリターデーションを有する直線移相子を意味するが、直線偏光を円偏光に

量損失と呼ぶことにする。

第2図は、ディスクの透明基板に複屈折があるときの各部の偏光状態を示す斜視図である。複屈折のある透明基板15は、反射面である情報記録面16に実際には密着しているが、偏光状態がわかり易いように図では離して示した。第1図の場合と同様に、偏光反射面 1^a に對してP偏光である入射光11は偏光ビームスプリッタ17を透過し、さらに4分の1波長板18を透過して円偏光12となる。該円偏光12は透明基板15を透過すると複屈折のために梢円偏光13となる。透明基板15のPは複屈折の速い軸、Sは遅い軸を示すものである。上記梢円偏光13は情報記録面16で反射されて回転方向が逆の梢円偏光となる。上記逆回転の梢円偏光は上記透明基板15を再び透過したとき、上記円偏光12に對して逆回転の円偏光にならず、上記逆回転の梢円偏光よりもさらに梢円の反軸／短軸化（以下、梢円率と呼ぶ）の大きな梢円偏光となる。したがって、上記4分の1波長板18を再び透過後に上記入射光11に

直交する直線偏光とはならず梢円偏光となって光量損失が大きくなる。これらの関係をボアンカレ球を用いてさらに詳しく説明する。

第3図は、ディスクに複屈折がない場合の偏光状態をボアンカレ球上で示した偏光状態図である。以下、第1図と第3図を対比させながら説明する。入射光 P_1 の偏光状態はボアンカレ球上で直線偏光 P_1 と表わすことにする。4分の1波長板 B は直線移相子でその主軸が入射光 P_1 の偏光方向に対し θ だけ傾いているとすれば、上記4分の1波長板 B の一方の主偏光は、ボアンカレ球上で赤道に沿って中心角 2θ だけ回転した直線偏光 P_a となる。 P_a に対する直交偏光 $P'a$ は上記4分の1波長板 B の他方の主偏光となる。4分の1波長板 B が直線移相子の場合には

$$\theta = \pi/4 \text{ (ラジアン)} \quad \dots \dots (1)$$

に選ばれる。4分の1波長板 B による移相角を θ とすれば、透過後の偏光状態は、ボアンカレ球上で $P_a - P'a$ を中心 P_1 を θ だけ回転させた偏光 P_o となる。4分の1波長板のリターデーション

スクリーに複屈折がある場合の偏光状態をボアンカレ球上で示した偏光状態図である。以下、第2図と第4図を対比させながら説明する。入射光 P_1 は直線偏光 P_1 で、4分の1波長板 B を透過して円偏光 P_c となる過程は第3図の場合と同様であるのでここでは説明を省略する。ここで透明基板 B の複屈折の2つの主偏光をそれぞれ P_e および $P'e$ とし、移相角を θ_e とすれば、円偏光 P_c は、上記透明基板 B を透過後梢円偏光 P_e となって情報記録面 M で反射される。反射によって上記梢円偏光 P_e は進行方向が反転するため、回転方向および梢円方向の直線偏光 P_1 に対する相対角度が反転し、ボアンカレ球上では梢円偏光 $P'e$ となる。反射光に対する上記透明基板 B の主偏光は、直線偏光 P_1 に対する相対角度が P_e 、 $P'e$ とは反転して P_e 、 $P'e$ となる。したがって上記梢円偏光 $P'e$ は、透明基板 B を再び透過することにより、 $P_e - P'e$ を軸に θ_e だけ回転し、梢円率のより大きな梢円偏光 $P''e$ となる。該梢円偏光 $P''e$ は、4分の1波長板 B を逆方向に再び透過す

るは4分の1波長で移相角のは

$$\phi = \pi/2 \text{ (ラジアン)} \quad \dots \dots (2)$$

であるので、(1)、(2)式より、偏光 P_o は円偏光であることがわかる。円偏光 P_c は鏡面で反射されると、進行方向に向って回転方向が転し、逆回転の円偏光 $P'c$ となる。円偏光 $P'c$ が上記4分の1波長板 B に再び逆方向から入射すると、直線偏光 P_1 に対する主偏光 P_a の相対角度は反転して -2θ となる。この場合 θ は $\pi/4$ であるので、 P_a と $P'a$ は入れ替ることになる。そこで再び $P'a - P_a$ を軸に円偏光 $P'c$ が $(\pi/2)$ だけ回転すると、偏光状態は P_1 に直交した直線偏光 P_x となる。上記説明では4分の1波長板 B が直線移相子であるとしたが、主偏光が梢円偏光の梢円移相子であっても、主偏光の梢円率が $(1 + f_2)$ 以下であれば、 θ および ϕ を適当に選ぶことによつて P_c が円偏光となるようにすることができ、上記と同様に P_x は P_1 に直交する直線偏光となる。

これに対して、ディスクに複屈折がある場合には上記とは様子が異なってくる。第4図は、ディ

スクリーにより、 $P'a - P_a$ を軸に θ だけ回転して梢円偏光 P_x となる。該梢円偏光 P_x と前記直線偏光 P_x の距離が大きくなるに従つて光量損失は増加することになる。また、上記梢円偏光 P_x と直線偏光 P_x との距離は上記梢円偏光 P_e と前記円偏光 $P'c$ との距離に等しく、上記梢円偏光 P_e と上記円偏光 P_c との距離の2倍に等しい。したがつて光量損失は、上記梢円偏光 P_e と円偏光 P_c の距離に依存し、ボアンカレ球の半径を1としたとき、距離が $\pi/2$ 以下の範囲では、距離が大きくなるほど損失は増加し、 $\pi/2$ となったとき光量損失は100%となる。

以上の説明から次のことが明らかである。すなわち、ディスクの透明基板を透過後に情報記録面に入射する光ができるだけ円偏光に近づくようすればよく、完全に円偏光になつたとき光量損失は最小となる。そのためには、ディスクの透明基板が複屈折性を示すとき、ディスクに入射直前の偏光は適当な梢円偏光としなければならない。

次に、光量損失を少なくするための、ディスク

特開昭59-5446(4)

への入射直前の梢円偏光の条件について述べる。光学式ディスクの透明基板として、厚みが1mm程度のポリカーボネートの成形品が多く用いられる。ところが、ポリカーボネートは成形時に分子が配向して複屈折性が生じ易く、特に円板状の場合、円周あるいは外周の縁辺部において顕著となる。複屈折の方向は一般に半径方向が速い軸、接線方向が遅い軸となり、リターデーションは1回透過で最大100nmにも達する。このときの移相角は、波長λ=800nmとしたとき、π/πラジアンにも達し、ディスクへの入射光が円偏光であるとすれば、光量損失は50%にも達することになる。

以上のことと、ボアンカレ球を用いてさらに詳しく説明する。第6図はボアンカレ球による偏光状態図である。同図はボアンカレ球を円偏光の側から見たもので、中心が時計回りの円偏光であり、半径は1とする。このとき、図の最外周21は直線偏光を表わす赤道となる。ここに、直線偏光PeならびにP'eは複屈折を有するディスクの透明基

円偏光Pcを中心とする同じ半径の円23の周上に移行する。したがって、ディスクへの入射光が上記円22の内側の偏光状態であれば、上記透明基板を透過した後は円23の内側の偏光状態となり、光量損失は(4)式よりも小さくなる。

一方、透明基板の複屈折の大きさは一様ではなく、場所によって変わり、ディスクによっても異なる。また、ポリメチルメタクリレート(PMMA)のように、ほとんど複屈折性を示さない透明基板もよく用いられる。したがって、透明基板の複屈折によるリターデーションの大きさは0乃至100nmの範囲で変動することが多い。複屈折性を示さない透明基板に対して光量損失が(4)式よりも小さくなるためには、ディスクへの入射光の偏光は、第6図のボアンカレ球上で円23の内側の偏光でなければならない。したがって、第6図の円22と円23の重なった斜線部の内側の偏光がディスクに入射するようにすれば、透明基板の複屈折によるリターデーションが0~100nmの範囲で変化しても、光量損失が常に(4)式よりも小さくな

板の主偏光でPeを速い偏光、P'eを遅い偏光とする。ディスクに入射直前の偏光が時計回りの円偏光Pcであったとすると、透明基板を透過後、情報記録面に入射する偏光は梢円偏光Peとなる。上記透明基板のリターデーションの大きさをd、光の波長をλとすれば、移相角θは

$$\theta = 2\pi d / \lambda \quad (\text{ラジアン}) \quad \dots \dots (3)$$

である。透明基板を往復通過すると移相角は倍になり、このときの光量損失Lは

$$L = (\sin \theta)^2 \quad \dots \dots (4)$$

となる。そこで、ディスクへの入射光の偏光を、上記円偏光Pcに對して上記梢円偏光Peと逆方向に同距離ずれた梢円偏光P'eとしてやれば、透明基板を透過後は円偏光Pcとなって光量損失は最小(計算上は零)となる。また、梢円偏光P'eに對してボアンカレ球上で距離θだけ離れた偏光の軌跡は円22(中心がずれているために実際には梢円形に見えるが、わかり易くするために図では円形に描いた。)となり、この円22の周上の偏光は上記透明基板を透過することにより、

るようになることができる。以上が本発明の原理である。

次に偏光が上記斜線部の内側となる条件を第6図から幾何学的に求める。円22と円23の交点をP, Qとすれば、∠PPcQの内側では、円偏光Pcからの距離がθ未満であればよい。一方、∠PPcQの外側では、円22の周上に偏光Pxを考え、∠PxPePcをαとすれば、偏光Pxと円偏光Pcの距離θは球面三角法を用いて次のようにして求まる。すなわち、頂角∠PxPePcを2等分して得られる△PxPePcの半分の三角形を考え、これに正弦法則を適用すると、

$$\sin(\phi_x/2) = \sin \theta \cdot \sin(\alpha/2) \quad \dots \dots (5)$$

が求まる。また、∠PePcPxをβとすれば、△PxPePcに同じく正弦法則を用いて

$$\sin \beta = \sin \alpha \cdot \sin \theta / \sin \phi_x \quad \dots \dots (6)$$

(5), (6)式より

$$\sin^2(\phi_x/2) = \tan^2 \theta / (1 + \tan^2 \theta + \tan^2 \beta) \quad \dots \dots (7)$$

特開昭59-5446 (5)

また、第5図においてさらに次の関係がある。

③ $\angle \hat{P} e P c P = \beta_0$ 。とすれば、球面三角法の余弦法則より、

$$\cos \beta_0 = (\cos \phi_s - \cos^2 \phi_s) / \sin^2 \phi_s \quad \dots \dots (2)$$

(ただし $|\beta_0| < \pi/2$)

(ただし、 $|\beta_0| < \pi/2$)
となる。したがって、ディスクへの入射光の偏光状態が $\angle P e P c Q$ の外側の場合には、 β_0 の絶対値が ($\pi/2$) より小さく、かつ円偏光 P_c からの距離 ϕ_s が (1) 式よりも小であれば、光量損失は (4) 式よりも小さくすることができる。

次に、ここで考慮すべきボアンカレ球の特徴について列挙する。

① 楕円偏光 P_y と円偏光 P_c とを通る大円が、透明基板の複屈折の主偏光 P_s と上記円偏光 P_c とを通る大円となす角は、上記楕円偏光 P_y の長軸が上記主偏光 P_s の偏光方向に対してなす角の 2 倍である。

② 楕円偏光の楕円率を長軸／短軸比と定義したとき、円偏光 P_c から距離 ϕ_s のところにある楕円偏光の楕円率 K は

$$K = \tan |(\phi_s/2) + (\pi/4)| \quad \dots \dots (3)$$

となる。ただし、ボアンカレ球の半径は 1 とする。

(i) 上記 β_1 が

$$\cos(2\beta_1) \geq (\cos \phi - \cos^2 \phi) / \sin^2 \phi$$

の範囲で、楕円率 K は

$$K < \tan |(\phi/2) + (\pi/4)|$$

ただし、 $\phi = 200 \pi / \lambda$

(ii) 上記 β_1 が

$$0 < \cos(2\beta_1) < (\cos \phi - \cos^2 \phi) / \sin^2 \phi$$

の範囲で、楕円率 K は

$$K < \tan |(\phi_x/2) + (\pi/4)|$$

ここで、

$$\sin^2(\phi_x/2) = \tan^2 \phi / [1 + \tan^2 \phi + \tan^2(2\beta_1)]$$

ただし、 $\phi = 200 \pi / \lambda$

$$0 < \phi_x < \pi/4$$

である。

また逆に、ディスクへの入射光が、反時計回りに回転する楕円偏光の場合には、第5図のボアンカレ球を上下反転させればよく、長軸の方向が、上記主偏光の偏光方向に対して反時計方向に

$$\pi/4 + \beta_1$$

だけ回転すると考えるほかは、時計方向に回転す

以下の①～④を考慮すれば、波長 λ (nm) の光を用いて、透明基板のリターデーションが 0 乃至 100 nm のディスクを再生するときの光量損失が、(4)式よりも小さくなるためのディスクへの入射光の偏光状態の条件は以下のようになる。

すなわち、

時計方向に回転する楕円偏光で、長軸の方向が、透明基板の複屈折の主偏光 P_s の偏光方向に対して時計方向に

$$\pi/4 + \beta_1$$

だけ回転しているとしたとき、次の(i), (ii)のいずれかを満足する。

る楕円偏光の場合と全く同様の条件となる。

次に実施例をあげて、本発明をさらに詳しく説明する。

使用する光の波長 λ を 800 nm, 透明基板のリターデーションの最大値を 100 nm とすると、(3), (9)式より、

$$\beta_0 \approx 1.144 \text{ ラジアン}$$

となる。次表は、本実施例におけるディスクへの入射光の偏光状態を示すものである。同表で、A は円偏光で従来例、C, E および F は本発明による偏光状態からなる領域の偏光状態、B, D および G は上記領域内部の偏光状態の例である。

	β_1 (ラジアン)	K	備考
A	0	1	従来例(円偏光)
B	0	1.497	限界条件
C	0	2.414	限界条件
D	0.5	1.497	限界条件
E	0.5	2.414	限界条件
F	1.144	2.414	限界条件
G	1.2	1.497	

第6図(a)は、ディスクの透明基板のリターデーションが零から100 nmまで変化したときの光量損失の大きさを、それぞれの偏光状態について示したグラフである。また、同図(b)は、第5図の円22と円23の部分のみ示したボアンカレ球の部分図で、上記A~Gの偏光状態の分布をわかり易く表わしたものである。同図から明らかのように、本発明の限界条件においては、光量損失の最大値が従来例と同じであるが、本発明による上記領域の内部の偏光状態では、光量損失の最大値が従来例より少なくなることが示される。

第7図は、上記したような本発明による偏光状態で光をディスクに入射せしめて、その反射光から情報を読み取る光学式ピックアップ装置の具体的構成を示す概略構成図である。同図において、光源31から放射される照射光ビーム38は、偏光ビームスプリッタ32を透過して直線偏光となり、直線偏光を梢円偏光に変換する移相子33を透過して、前述の条件を満足する梢円偏光となる。

該梢円偏光は集束レンズ系34でディスク35に

ば、情報記録媒体の透明基板が複屈折性を有し、その速い主偏光の軸が上記情報記録媒体の半径方向であり、リターデーションが0乃至100 nmの範囲で変動するとき、光量損失の最大値を従来よりも小さくすることが可能となり、従って検出光量が増加し、かつ光源が発発するノイズを有效地に抑制することができるため、情報を効率良く忠実に再生することができるものである。

4、図面の簡単な説明

第1図および第2図は従来例の偏光状態を説明するための要部斜視図、第3図および第4図は従来例のボアンカレ球による偏光状態図、第5図は本発明を説明するための偏光状態図、第6図(a), (b)は本発明の実施例の光量損失を示す特性図と本発明の実施例の条件を示すボアンカレ球の部分図、第7図は本発明の実施例の要部概略構成図である。

32……偏光ビームスプリッタ、33……移相子。

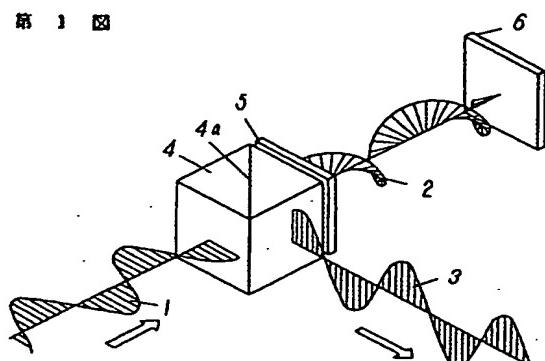
代理人の氏名 弁理士 中尾敏男 ほか1名

集束され、反射光は上記集束レンズ系34で集められ、上記移相子33を再び透過後、偏光ビームスプリッタ32で反射されて照射光ビーム38から分離される。分離された反射光束39は検出光学系36によって光学的処理を加えられた後、光電検出器37で検出される。上記光学的処理の助けをかりて上記光電検出器37は、情報信号とともにフォーカス誤差信号およびトラッキング誤差信号等も得ることができるが、上記光学的処理は本発明と直接関係が無いので説明は省略する。なお、上記移相板は、ディスクに入射する光の偏光状態が、前記した本発明の条件を満たすようにするものであればどのようなものでもよく、例えば水晶板から構成することができる。また水晶は、光学軸に平行に切り出せば直線移相子となり、斜めに切り出せば梢円移相子となるが、従来例のところで説明したのと同様に、本発明においても、いずれも使用することができることは明らかである。

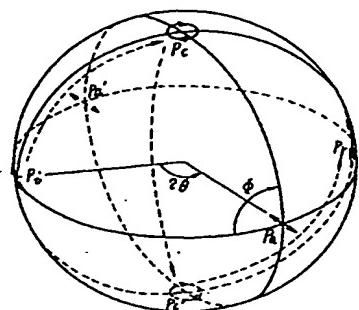
以上の説明から明らかのように、本発明によれ

特開昭59-5446(7)

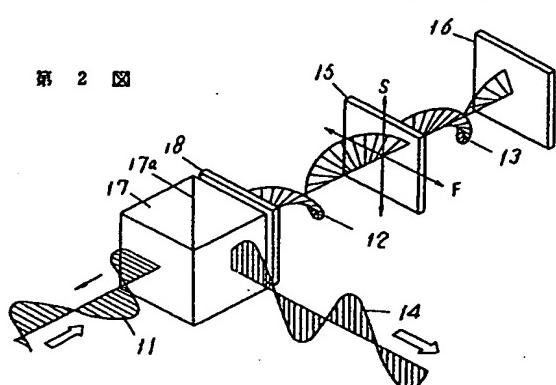
第 1 図



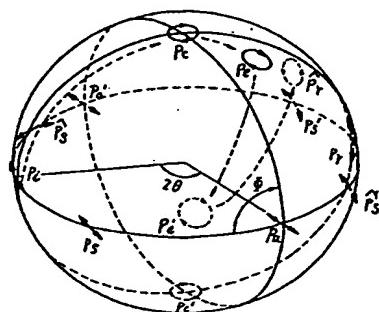
第 3 図



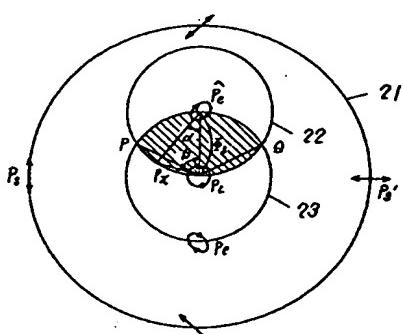
第 2 図



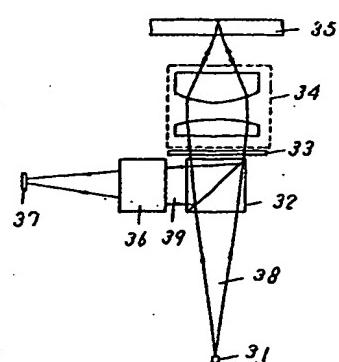
第 4 図



第 5 図

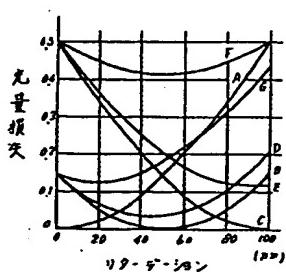


第 7 図



第 6 図

(a)



(b)

